

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

30 DEC 2004



REC'D 17 JAN 2005

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:** 103 61 645.4**Anmeldetag:** 30. Dezember 2003**Anmelder/Inhaber:** Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg/DE**Bezeichnung:** Kühlsystem zum Kühlen von wärmeerzeugenden  
Einrichtungen in einem Flugzeug**IPC:** B 64 D 11/00**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 8. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt****Der Präsident**

Im Auftrag

Agurka

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

## Kühlsystem zum Kühlen von wärmeerzeugenden Einrichtungen in einem Flugzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kühlsystem zum Kühlen von wärmeerzeugenden Einrichtungen in einem Flugzeug.

Im Innenraum von Flugzeugen ist neben der Klimaanlage des Flugzeugs eine Vielzahl verschiedener technischer Einrichtungen vorgesehen, die Wärme erzeugen und die zur Gewährleistung einer sicheren Funktionsweise gekühlt werden müssen. Deshalb werden in Flugzeugen bislang verschiedene Kühlsysteme bereitgestellt, die als Einzellösungen allein den jeweiligen zu kühlenden technischen Einrichtungen zugeordnet sind. Die Bereitstellung derartiger Einzelsysteme erfordert verhältnismäßig viel Bau Raum innerhalb des Flugzeugs und ist unflexibel. Ferner wird von derartigen Einzelsystemen oftmals die unmittelbare Umgebungsluft der zu kühlenden technischen Einrichtung als Wärmesenke zum Abführen von Wärme genutzt. Dies führt jedoch zu einer unerwünschten Erwärmung des Flugzeuginnenraums ist.

Aus der DE 38 12 739 C1 ist es beispielsweise bekannt, eine Kühlkammer innerhalb einer Bordküche eines Flugzeuges nahe der Außenhaut des Flugzeugs anzuordnen und zwischen der Kühlkammer und der Außenhaut des Flugzeugs eine Kaltluftkammer vorzusehen. In der Kaltluftkammer wird Luft als Kälteträgermedium durch Wärmeaustausch mit der Flugzeugaußenhaut abgekühlt und nach Abkühlung der Kühlkammer zum Kühlen eines Servicewagens zugeführt, der beispielsweise mit zu kühlenden Getränken oder Speisen gefüllt ist. Dieser Stand der Technik hat jedoch den Nachteil, dass jeder Kühlkammer separat eine Kaltluftkammer zuzuordnen ist. Dadurch wird die Raumaufteilung innerhalb des Flugzeugs verhältnismäßig unflexibel. Darüber hinaus kann nur dann eine zuverlässige Kühlfunktion bereitgestellt werden, wenn sich das Flugzeug in großen Flughöhen befindet, in welchen die Flugzeugumgebung sehr kalt ist. Befindet sich das Flugzeug nach einer Landung am Boden, so kann die Kühlfunktionen nur durch einen zusätzlichen Kältespeicher gewährleistet werden, dessen Kältekapazität begrenzt ist.

Es ist demgegenüber eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kühlsystem der eingangs bezeichneten Art bereitzustellen, welches die vorstehend geschilderten Nachteile des Stands der Technik vermeidet und bei einfacherem Aufbau ein hohes Maß an Flexibilität bezüglich der Installation sowie eine gute Anpassung an einen gegenwärtigen Kältebedarf aufweist.

Diese Aufgabe wird durch ein Kühlungssystem zum Kühlen von wärmeerzeugenden Einrichtungen in einem Flugzeug gelöst, das mit einer zentralen Kälteerzeugungseinrichtung, wenigstens einem Kälteverbraucher und einem die Kälteerzeugungseinrichtung und den Kälteverbraucher verbindenden Kältetransportsystem ausgeführt ist, wobei das Kältetransportsystem wenigstens einen Kühlkreislauf aufweist, der ein von der Kälteerzeugungseinrichtung gekühltes Kälteträgermedium zu dem wenigstens einen Kälteverbraucher und von diesem zurück zu der Kälteerzeugungseinrichtung fördert und wobei der wenigstens eine Kälteverbraucher über das in dem Kühlkreislauf zirkulierende Kälteträgermedium mit in der Kälteerzeugungseinrichtung erzeugter Kälte versorgt wird.

Erfindungsgemäß kann also die von den Kälteverbrauchern benötigte Kälteleistung über den Kühlkreislauf zentral von der Kälteerzeugungseinrichtung bereitgestellt werden. Die Kälteerzeugungseinrichtung kann kompakt in dem Flugzeug angeordnet werden, und zwar derart, dass sie andere Komponenten des Flugzeugs nicht stört. Dadurch bietet sich eine hohe Flexibilität bei der Gestaltung des Innenraums des Flugzeugs. Insbesondere lässt sich das Kühlungssystem an individuelle Raumauflösungen innerhalb des Flugzeugs anpassen.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Kälteerzeugungseinrichtung wenigstens zwei Kältemaschinen aufweist, die unabhängig voneinander arbeiten und parallel mit dem Kältetransportsystem gekoppelt sind. Dadurch wird zum einen die maximale Kälteleistung der Kälteerzeugungseinrichtung erhöht und zum anderen eine größere Zuverlässigkeit des Kühlungssystems erreicht. Das Kühlungssystem ist nämlich selbst bei Ausfall einer der Kältemaschinen immer noch dazu Lage, durch die wenigstens eine weitere Kältemaschine eine Mindestkälteleistung bereitzustellen. Vorzugsweise ist gemäß einer Erfindungsvariante die Anzahl der Kältemaschinen der Kälteerzeugungseinrichtung derart gewählt, dass der Kältebedarf des Flugzeugs während eines Bodenbetriebs gedeckt ist, in welchem eine erheblich höhere Außen temperatur um das Flugzeug herum herrscht als beim Flugbetrieb in großen Höhen.

Um den Wirkungsgrad der Kälteerzeugungseinrichtung und damit des erfindungsgemäßen Kühlungssystems weiter zu erhöhen, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass die wenigstens eine Kältemaschine Luft von außerhalb des Druckrumpfes des Flugzeugs als Wärmesenke zur Wärmeabgabe nutzt und dass die warme Abluft nach außerhalb des Druckrumpfes abgegeben wird. Dadurch ist gewährleistet, dass das Kühlungssystem die freiwerdende Wärme abgeben kann, ohne die von der Klimaanlage

erzeugten Kabinenluftströme zu beeinflussen und die Flugzeugkabine unerwünscht zu erwärmen.

Um die Zuverlässigkeit des erfindungsgemäßen Kühlsystems weiter zu erhöhen, kann eine Mehrzahl von voneinander im Wesentlichen unabhängigen Kühlkreisläufen vorgesehen sein. Fällt einer der Kühlkreisläufe aufgrund eines technischen Defekts aus, so wird von diesem Ausfall der wenigstens eine weitere Kühlkreislauf nicht beeinträchtigt. Die Trennung der Kühlkreisläufe kann erfindungsgemäß beispielsweise derart erfolgen, dass jeweils ein Kühlkreislauf auf einer Seite des Flugzeugs bezüglich einer Flugzeuglängsachse vorgesehen ist oder/und jeweils ein Kühlkreislauf in einer vorderen und in einer hinteren Hälfte des Flugzeugs vorgesehen ist. Trotz der Bereitstellung mehrerer voneinander unabhängig arbeitender Kühlkreisläufe kann in einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, dass in der Mitte des Flugzeugs angeordnete Kälteverbraucher von wenigstens zwei Kühlkreisläufen gemeinsam mit Kälteträgermedium versorgt werden. Auch mit dieser Maßnahme kann erreicht werden, dass bei Ausfall eines Kühlkreislaufs die zu kühlende Einrichtung weiter hinreichend gekühlt wird.

Bei einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Kältemaschine Kälte durch einen Kaltdampfprozess erzeugt. Ein Kaltdampfprozess bietet die Möglichkeit, Kälte bei mäßig tiefen Temperaturen unter verhältnismäßig geringem technischem Aufwand zu erzeugen.

Um einen zuverlässigen Transport von Kälteträgermedium zwischen dem wenigstens einen Kälteverbraucher und der Kälteerzeugungseinrichtung über das Kältetransportsystem gewährleisten zu können, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass jedem Kühlkreislauf wenigstens eine Kälteträgerpumpe zum Umwälzen des Kälteträgermediums aufweist. Um zu vermeiden, dass bei Ausfall einer Kälteträgerpumpe der gesamte betroffene Kühlkreislauf nicht mehr funktioniert, ist bei einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass wenigstens zwei Kälteträgerpumpen vorgesehen sind, die ein und denselben Kühlkreislauf zugeordnet sind. Vorzugsweise werden die wenigstens zwei Kälteträgerpumpen unabhängig voneinander mit elektrischer Energie versorgt.

Ferner kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass jedem Kühlkreislauf wenigstens ein Speicher zum Zwischenspeichern von Kälteträgermedium zugeordnet ist. Mittels des Speichers können thermisch bedingte Volumenänderungen des Kälteträgermedi-

ums und Leckagen innerhalb des Kühlkreislaufs bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden.

Obgleich einzelne Kühlkreisläufe des erfindungsgemäßen Kühlsystems hydraulisch voneinander entkoppelt sein können, ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass wenigstens zwei Kühlkreisläufe über die Kälteerzeugungseinrichtung oder/und über einen Wärmetauscher eines Kälteverbrauchers thermisch gekoppelt sind.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der wenigstens eine Kälteverbraucher ein Sekundär-Kältetransportsystem aufweist, in welchem mittels eines Sekundär-Kälteträgers, vorzugsweise Luft, Kälte von dem Kälteträgermedium übertragen wird. Dieses Lösungsprinzip findet beispielsweise in einer Bordküche des Flugzeugs Anwendung. Dabei wird ein Küchenluftkühler dazu genutzt, die Kälte von dem Kälteträgermedium auf die als Sekundär-Kälteträger verwendete Luft zu übertragen und mit dieser gekühlten Luft beispielsweise Speisen und Getränke zu kühlen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass eine zentrale Steuereinheit vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von wenigstens einem den gegenwärtigen Kältebedarf angebenden Parameter die Kälteleistung in jedem Kühlkreislauf steuert. In diesem Zusammenhang kann erfindungsgemäß weiter vorgesehen sein, dass die den gegenwärtigen Kältebedarf angebenden Parametern die Temperatur des Kälteträgermediums an wenigstens einer Stelle im Kühlkreislauf, vorzugsweise zumindest die Austrittstemperatur des Kälteträgermediums aus der Kälteträgerpumpe, oder/und Informationen über den Kältebedarf des wenigstens einen Kälteverbrauchers oder/und den Druck des Kälteträgermediums in dem betreffenden Kühlkreislauf wiedergeben.

Wenn im Zusammenhang mit dieser Erfindungsbeschreibung von einer „Steuerung“ die Rede ist, so soll dies einerseits den Fall umfassen, dass gemäß vorgegebenen Kennlinien ohne Rückkopplung einzelne Komponenten des Kühlsystems gesteuert werden. Andererseits soll dieser Ausdruck aber auch den Fall umfassen, dass Komponenten rückgekoppelt angesteuert werden, d. h. im Sinne einer Regelung.

Erfindungsgemäß ist es möglich, die Kälteleistung in Abhängigkeit von den gegenwärtigen Anforderungen einzustellen. So ist beispielsweise bei einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass die Kälteleistung zur Anpassung an den gegenwärtigen Kältebedarf im Flugzeug durch Ein- und Ausschalten einzelner Kältemaschinen

der Kälteerzeugungseinrichtung steuerbar ist. Mit anderen Worten wird bei geringer erforderlicher Kälteleistung beispielsweise nur eine Kältemaschine betrieben und bei temporär erforderlicher Erhöhung der Kälteleistung wenigstens eine weitere Kältemaschine zusätzlich aktiviert. Um alle in dem Kühlsystem eingesetzten Kältemaschinen in etwa gleichmäßig zu beladen, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass die zentrale Steuereinheit die Kältemaschinen derart ansteuert, dass sie im zeitlichen Mittel im Wesentlichen die gleiche Betriebsdauer aufweisen.

Bei einer Erfindungsvariante kann vorgesehen sein, dass das Kälteträgermedium sowohl eine ausgeschaltete Kältemaschine als auch eine eingeschaltete Kältemaschine durchströmt. Dadurch kann die Mischtemperatur des Kälteträgermediums in den Vorlaufleitungen angehoben werden.

Es ist aber gleichermaßen möglich, dass jeder Kältemaschine ein Sperrventil und eine die Kältemaschine umgehende Bypassleitung zugeordnet sind. Dadurch kann verhindert werden, dass Kälteträgermedium durch eine ausgeschaltete Kältemaschine hindurchströmt und dabei bereits Kälte abgibt.

Alternativ zu dem vorstehend geschilderten Fall eines bedarfsweisen Zuschaltens von Kältemaschinen sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass mittels der Steuereinrichtung die Kälteleistung der wenigstens einen Kältemaschine, vorzugsweise kontinuierlich, steuerbar ist. In diesem Zusammenhang kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Steuereinheit die Austrittstemperatur des die Kältemaschine verlassenden Kälteträgermediums erfasst und nach Maßgabe der erfassten Austrittstemperatur die Kältemaschine ansteuert.

Bei einer alternativen erfindungsgemäßen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Kälteleistung der wenigstens einen Kältemaschine mittels eines Bypass-Ventils und/oder durch Variieren der Drehzahl eines in der Kältemaschine verwendeten Kompressors veränderbar ist.

Zusätzlich oder alternativ zu den vorstehend geschilderten Möglichkeiten zur Steuerung bzw. Regelung der Kälteleistung ist es erfindungsgemäß auch möglich, dass die Steuereinheit zur Steuerung der Kälteleistung des Kühlsystems die Fördermenge des Kälteträgermediums in dem jeweiligen Kühlkreislauf verändert. Je nach erforderlicher Kälteleistung wird demnach mehr oder weniger Kälteträgermedium von der Kälteerzeugungseinrichtung über das Kältetransportsystem zu dem wenigstens einen Kälteverbraucher gefördert. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die

Steuereinheit zur Steuerung der Kälteleistung die Drehzahl der wenigstens einen Kälteträgerpumpe verändert.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Figuren erörtert. Es stellen dar:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines schematisch gezeigten erfindungsgemäß Kühlsystems und
- Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines schematisch gezeigten erfindungsgemäß Kühlsystems.

In der beiliegenden Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Kühlsystem allgemein mit 10 bezeichnet. Dieses umfasst eine Kälteerzeugungseinrichtung 12, ein Kältetransportsystem 14 sowie einen Bereich 16, in dem Kälte verbraucht wird.

Die Kälteerzeugungseinrichtung 12 weist zwei Kältemaschinen 18 und 20 auf, in denen über einen in der Thermodynamik allgemein bekannten Kaltdampfprozess ein Kälteträgermedium abgekühlt und über zwei parallele Leitungen 22 und 24 eines Kühlkreislaufs 25 in das Kältetransportsystem 14 eingeleitet wird. In dem Kältetransportsystem 14 vereinigen sich die beiden parallelen Leitungen 22 und 24 an einem Punkt 26. Über eine mit einem gesondert ansteuerbaren Absperrventil 29 versehene Förderleitung 28 wird Kälteträgermedium zu einer Pumpeneinheit 30 gefördert. Die Pumpeneinheit 30 weist zwei Pumpen 32 und 34 auf, die parallel zueinander geschaltet sind und denen gesondert ansteuerbare Absperrventile 36 und 38 zugeordnet sind. Der Parallelschaltung der Pumpen 32 und 34 in der Pumpeneinheit 30 ist ein Kälteträgermedium-Zwischenspeicher 40 vorgeschaltet. Dieser dient für den Fall von thermischen Ausdehnungseffekten und Leckageeffekten zum Volumenausgleich.

Durch die Umwälzwirkung der Pumpeneinheit 30 wird über eine Zuführleitung 42 abgekühltes Kälteträgermedium zu verschiedenen Kälteverbrauchern 44, 46 und 48 gefördert. Die Kälteverbraucher 44, 46 und 48 sind beispielsweise zu kühlende Funktionseinheiten in einer Bordküche eines Flugzeugs, wie beispielsweise eine Kühlkammer, die mit Speisen und Getränke gefüllt ist, oder Rechnereinheiten, die im Betrieb gekühlt werden müssen, oder ein Videosystem des Flugzeugs.

Von der Zuführleitung 42 wird das gekühlte Kälteträgermedium jeweils über Einzelleitungen den Kälteverbrauchern 44, 46, 48 zugeführt. Das Kälteträgermedium wird in

jedem der Kälteverbraucher 44, 46, 48 erwärmt, d. h. es nimmt von diesen Wärme auf. Anders ausgedrückt, gibt das Kälteträgermedium seine „Kälte“ an die Kälteverbraucher 44, 46, 48 ab. Entsprechend erwärmtes Kälteträgermedium wird dann über eine Rückführleitung 50 mittels der Pumpeneinheit 30 durch das Kältetransportsystem 14 zurück zu den Kältemaschinen 18 und 20 der Kälteerzeugungseinrichtung 12 geführt. Dort wird das zwischenzeitlich erwärmte Kälteträgermedium wieder abgekühlt und kann über die Leitungen 22 und 24 wieder in das Kältetransportsystem 14 zurückgeleitet werden.

Je nach Größe des Flugzeugs und je nach Kältebedarf innerhalb des Flugzeugs kann das Kühlungs- und Kühlsystem unterschiedlich ausgelegt und angesteuert werden. So ist es beispielsweise möglich, bei verhältnismäßig großem zu erwartendem Kältebedarf mehr Kältemaschinen vorzusehen, die dann bedarfsweise, d. h. in Betriebssituationen hohen Kältebedarfs zugeschaltet werden können und in Betriebssituationen geringen Kältebedarfs in einen Leerlaufzustand geschaltet oder vollständig ausgeschaltet werden können.

Gleichermaßen ist es möglich, bei hohem Kältebedarf das Absperrventil 29 in eine Sperrstellung zu schalten, so dass das gesamte abgekühlte Kälteträgermedium über die Zuführleitung 42 den Kälteverbrauchern 44, 46, 48 zugeführt wird. In einem Betriebszustand geringen Kältebedarfs hingegen wird das Absperrventil 29 geöffnet, so dass bereits ein Teil des abgekühlten Kälteträgermediums über die Pumpeneinheit 30 zu den Kältemaschinen 18 und 20 zurück gefördert wird.

Eine weitere Möglichkeit zur Steuerung der Kälteleistung des Kühlsystems 10 besteht darin, die Umwälzpumpen 32 und 34 bedarfsgerecht anzusteuern. So sieht eine Erfindungsvariante vor, dass die Drehzahl der Pumpen 32 und 34 kontinuierlich verändert werden kann und so auch innerhalb bestimmter Grenzen die Förderleistung der Pumpen 32 und 34 verändert werden kann.

Mit dem Kühlungssystem 10 ist es ferner möglich, in Abhängigkeit des gegenwärtigen Kälteleistungsbedarfs die den Pumpen 32 und 34 zugeordneten Absperrventile 36 und 38 gezielt zu öffnen oder zu schließen. Dies bedeutet, dass die Ventilstellung der Absperrventile 36 und 38 kontinuierlich zwischen einer vollständig geöffneten Stellung und einer vollständig geschlossenen Stellung verändert werden können. Gleichermaßen gilt für das Absperrventil 29. Auch dadurch lässt sich das Fördervolumen des Kältetransportsystems gezielt einstellen.

Die Ansteuerung der Pumpen 32 und 34 sowie der Absperrventile 29, 36, 38 kann beispielsweise in Abhängigkeit von Druck-Messwerten erfolgen, die an verschiedenen Stellen innerhalb des Kältetransportsystems 14 gemessen werden, beispielsweise von einem Sensor 52 in der Leitung 42. Ferner kann jeder der Verbraucher 44, 46, 48 über einen Temperatursensor verfügen, wobei die verschiedenen ansteuerbaren Komponenten des Systems, wie die Kältemaschinen 18, 20, die Pumpen 32 und 34 sowie die einzelnen Absperrventile 29, 36 und 38 in Abhängigkeit von den in den Verbrauchern 44, 46 und 48 gemessenen Temperaturen gesteuert werden können. Für den Fachmann ist es selbstverständlich, dass auch an einer Vielzahl weiterer Stellen innerhalb des Kühlsystems 10 Parameter des Kälteträgermediums gemessen werden können, wie Temperatur, Druck, Strömung Geschwindigkeit etc., und anhand der Messwerte die vorstehend angesprochenen ansteuerbaren Komponenten des Kühlsystems 10 gesteuert werden können.

Die Erfindung zeigt ein Kühlsystem 10, mit welchem zentral eine Vielzahl verschiedener Kälteverbraucher 44, 46, 48 mit hinreichend stark abgekühltem Kälteträgermedium zum Zwecke eines sicheren und zuverlässigem Betriebs gekühlt werden können, wobei sich die Kälteleistung des Kühlsystems 10 an den gegenwärtigen Kältebedarf anpassen lässt. Dadurch lässt sich der Wirkungsgrad im Teillast-Betrieb, d. h. bei verhältnismäßig geringem aktuellem Kältebedarf, erhöhen. Letztendlich führt dies zu einem geringeren Verbrauch elektrischer Energie innerhalb des Flugzeugs, was auch einen reduzierten Kraftstoffverbrauch des Flugzeugs nach sich zieht. Darüber hinaus kann mit dem erfindungsgemäßen Kühlsystems 10 erreicht werden, dass die eingesetzten Kältemaschinen 18, 20 nicht nur unter Dauerbetrieb stehen, sondern wahlweise bei Bedarf ausgeschaltet werden können. Dadurch lässt sich deren Lebensdauer beträchtlich verlängern.

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kühlsystems, das allgemein mit 110 bezeichnet ist. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden in der folgenden Beschreibung der Figur 2 für gleichwirkende oder gleichartige Komponenten die gleichen Bezugszeichen wie bei der vorstehenden Beschreibung der Figur 1 verwendet, jedoch mit der Ziffer „1“ vorangestellt.

Figur 2 gezeigt, dass das Kältetransportsystem in zwei Kühlkreisläufe 125 und 127 unterteilt ist. Der Kühlkreislauf 125, der in Fig. 2 strichliniert gezeigt ist, ist hydraulisch von dem Kühlkreislauf 127, der in Fig. 2 mit durchgezogener Linie gezeigt ist, entkoppelt. Beide Kühlkreisläufe 125 und 127 sind thermisch mit den Kältemaschinen 118 und 120 gekoppelt, in denen das in den Kühlkreisläufen 125 und 127 geführte

Kälteträgermedium abgekühlt wird. In beiden Kühlkreisläufen 125 und 127 sind jeweils zwei Umwälzpumpen vorgesehen, nämlich in dem Kühlkreislauf 125 die Umwälzpumpen 132 und 134 und in dem Kühlkreislauf 127 die Umwälzpumpen 156 und 158. Die Umwälzpumpen 132 und 134 sowie die Umwälzpumpen 156 und 158 sind jeweils zueinander parallel geschaltet. Jeder Parallelschaltung von Umwälzpumpen ist ein Speicher für Kälteträgermedium vorgeschaltet, d. h. im Kühlkreislauf 125 der Speicher 140 und im Kühlkreislauf 127 der Speicher 160.

Die Kältemaschinen 118 und 120, Umwälzpumpen 132 und 134 sowie 158 und 156 und die Speicher 140 und 160 sind zu einer zentralen Einheit 164 zusammengefasst, und innerhalb des Flugzeuges an einer Stelle angeordnet, wo sie nicht hinderlich sind. Über die Leitungen der Kühlkreisläufe 125 und 127 kann dann von dieser zentralen Einheit 164 Kälteträgermedium zu den verschiedenen Kälteverbrauchern geführt werden.

Der Kühlkreislauf 125 weist beispielsweise die Kälteverbraucher 144, 146 und 148 auf, welche Küchenluftkühler einer seitlichen Bordküche des Flugzeugs wiedergeben. Ferner weist der Kühlkreislauf 125 einen Elektronikluftkühler 162 auf, mit dem ein elektronisches Gerät des Flugzeugs gekühlt wird. Darüber hinaus wird über den Kühlkreislauf 125 auch noch ein Teil von Küchenluftkühlern von in der Flugzeugmitte angeordneten Bordküchen mit Kälte versorgt, nämlich die Küchenluftkühler 166, 170 und 174. Schließlich ist im Kühlkreislauf 125 noch ein Absperrventil 186 vorgesehen, um den Durchfluss von Kälteträgermedium durch den Kühlkreislauf 125 variieren zu können.

Der Kühlkreislauf 127 hingegen versorgt die Küchenluftkühler 180, 182 und 184 mit Kälte. Darüber hinaus wird von dem Kühlkreislauf 127 auch der Elektronikkühler 178 mit Kälte versorgt. Ferner kühlt der Kühlkreislauf 127 auch noch einen anderen Teil von Küchenluftkühlern der in der Flugzeugmitte angeordneten Bordküchen, nämlich die Küchenluftkühler 168, 172 und 176. Auch der Kühlkreislauf 127 weist eine Absperrventil 188 auf, mit dem der Durchfluss von Kälteträgermedium steuerbar ist.

Figur 2 zeigt aufbauend auf der schematischen Darstellung gemäß Figur 1, dass mit dem erfindungsgemäßen Kühlssystem je nach Bedarf und Flugzeugsausstattung in nahezu beliebiger Weise verschiedene Kälteverbraucher mit Kälteträgermedium versorgt werden können und gleichzeitig hohe Sicherheitsstandard erfüllt werden können. So hat das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 beispielsweise den Vorteil, dass es bei Ausfall einer der Kältemaschinen 118 und 120 in beiden Kühlkreisläufen 125

und 127 eine Mindest-Kälteleistung bereitstellen kann. Auch bei Ausfall einer der Umwälzpumpen innerhalb eines Kühlkreislaufs 125 und 127 kann durch die Parallelschaltung der Pumpen 132 und 134 beziehungsweise 158 und 156 die Förderung von Kälteträgermedium weiterhin gewährleistet werden. Selbst wenn aufgrund von Leckageeffekten oder sonstigen Defekten einer der Kühlkreisläufe 125 und 127 vollständig zusammenbricht, ist eine Kühlung wesentlicher Funktionseinheiten innerhalb des Flugzeugs gewährleistet, da der jeweils andere, noch funktionstüchtige Kühlkreislauf weiterhin gekühltes Kälteträgermedium zur Verfügung stellt.

### Patentansprüche

1. Kühlsystem (10, 110) zum Kühlen von wärmeerzeugenden Einrichtungen (44, 46, 48) in einem Flugzeug, mit
  - einer zentralen Kälteerzeugungseinrichtung (12),
  - wenigstens einem Kälteverbraucher (44, 46, 48) und
  - einem die Kälteerzeugungseinrichtung (12) und den Kälteverbraucher (44, 46, 48) verbindenden Kältetransportsystem (14),wobei das Kältetransportsystem (14) wenigstens einen Kühlkreislauf aufweist, der ein von der Kälteerzeugungseinrichtung (12) gekühltes Kälteträgermedium zu dem wenigstens einen Kälteverbraucher (44, 46, 48) und von diesem zurück zu der Kälteerzeugungseinrichtung (12) fördert und wobei der wenigstens eine Kälteverbraucher (44, 46, 48) über das in dem Kühlkreislauf zirkulierende Kälteträgermedium mit in der Kälteerzeugungseinrichtung (12) erzeugter Kälte versorgt wird.
2. Kühlsystem (10) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kälteerzeugungseinrichtung (12) wenigstens zwei Kältemaschinen (18, 20) aufweist, die unabhängig voneinander arbeiten und parallel mit dem Kältetransportsystem (14) gekoppelt sind.
3. Kühlsystem (10) nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Kältemaschinen (18, 20) der Kälteerzeugungseinrichtung (12) derart gewählt ist, dass der Kältebedarf des Flugzeugs während eines Bodenbetriebs gedeckt ist.
4. Kühlsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Kältemaschine (18, 20) Luft außerhalb des Druckrumpfes des Flugzeugs als Wärmesenke zur Wärmeabgabe nutzt und dass die warme Abluft nach außerhalb des Druckrumpfes abgegeben wird.
5. Kühlsystem (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von voneinander im Wesentlichen unabhängigen Kühlkreisläufen (125, 127) vorgesehen ist.
6. Kühlsystem (10) nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein Kühlkreislauf (125, 127) auf einer Seite des

Flugzeugs bezüglich einer Flugzeuglängsachse vorgesehen ist oder/und jeweils ein Kühlkreislauf in einer vorderen und in einer hinteren Hälfte des Flugzeugs vorgesehen ist.

7. Kühlsystem (110) nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass in der Mitte des Flugzeuges angeordnete Kälteverbraucher (166, 168, 170, 172, 174, 176) von wenigstens zwei Kühlkreisläufen (125, 127) mit Kälteträgermedium versorgt werden.
8. Kühlsystem (110) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass jedem Kühlkreislauf (125, 127) wenigstens eine Kälteträerpumpe (132, 134, 156, 158) zum Umwälzen des Kälteträgermediums aufweist.
9. Kühlsystem (110) nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Kälteträerpumpen (132, 134, 156, 158), die ein und dem derselben Kühlkreislauf (125, 127) zugeordnet sind, unabhängig voneinander mit elektrischer Energie versorgt werden.
10. Kühlsystem (110) nach einem der Ansprüche 5 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass jedem Kühlkreislauf (125, 127) wenigstens ein Speicher (140, 160) zum Zwischenspeichern von Kälteträgermedium zugeordnet ist.
11. Kühlsystem (110) nach einem der Ansprüche 5 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Kühlkreisläufe (125, 127) über die Kälteerzeugungseinrichtung oder/und über einen Wärmetauscher eines Kälteverbrauchers thermisch gekoppelt sind.
12. Kühlsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kälteverbraucher (44, 46, 48) ein Sekundär-Kältetransportsystem aufweist, in welchem mittels eines Sekundär-Kälteträgers, vorzugsweise Luft, Kälte von dem Kälteträgermedium übertragen wird.
13. Kühlsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass eine zentrale Steuereinheit vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von wenigstens einem den gegenwärtigen Kältebedarf angebenden Parameter die Kälteleistung in jedem der Kühlkreisläufe steuert.

14. Kühlsystem (10) nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, dass die den gegenwärtigen Kältebedarf angebenden Parametern die Temperatur des Kälteträgermediums an wenigstens einer Stelle im Kühlkreislauf, vorzugsweise zumindest die Austrittstemperatur des Kälteträgermediums aus der Kälteträgerpumpe, oder/und Informationen über den Kältebedarf des wenigstens einen Kälteverbrauchers (44, 46, 48) oder/und den Druck des Kälteträgermediums in dem betreffenden Kühlkreislauf wiedergeben.
15. Kühlsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kälteleistung zur Anpassung an den gegenwärtigen Kältebedarf im Flugzeug durch Ein- und Ausschalten einzelner Kältemaschinen (18, 20) der Kälteerzeugungseinrichtung (12) steuerbar ist.
16. Kühlsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass jeder Kältemaschine ein Sperrventil und eine die Kältemaschine umgehende Bypassleitung zugeordnet ist.
17. Kühlsystem (10) nach Anspruch 13 und einem weiteren der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Steuereinheit die Kälteleistung der wenigstens einen Kältemaschine (18, 20), vorzugsweise kontinuierlich, steuerbar ist.
18. Kühlsystem (10) nach Anspruch 13 und einem weiteren der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit die Austrittstemperatur des die Kältemaschine (18, 20) verlassenden Kälteträgermediums erfasst und nach Maßgabe der erfassten Austrittstemperatur die Kältemaschine (18, 20) ansteuert.
19. Kühlsystem (10) nach Anspruch 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kälteleistung der wenigstens einen Kältemaschine (18, 20) mittels eines Bypass-Ventils und/oder durch Variieren der Drehzahl eines in der Kältemaschine (18, 20) genutzten Kompressors veränderbar ist.
20. Kühlsystem (10) nach Anspruch 13 und einem weiteren der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit zur Steuerung der Kälteleistung des Kühlsystems (10) die Fördermenge des Kälteträgermediums in dem betreffenden Kühlkreislauf verändert.

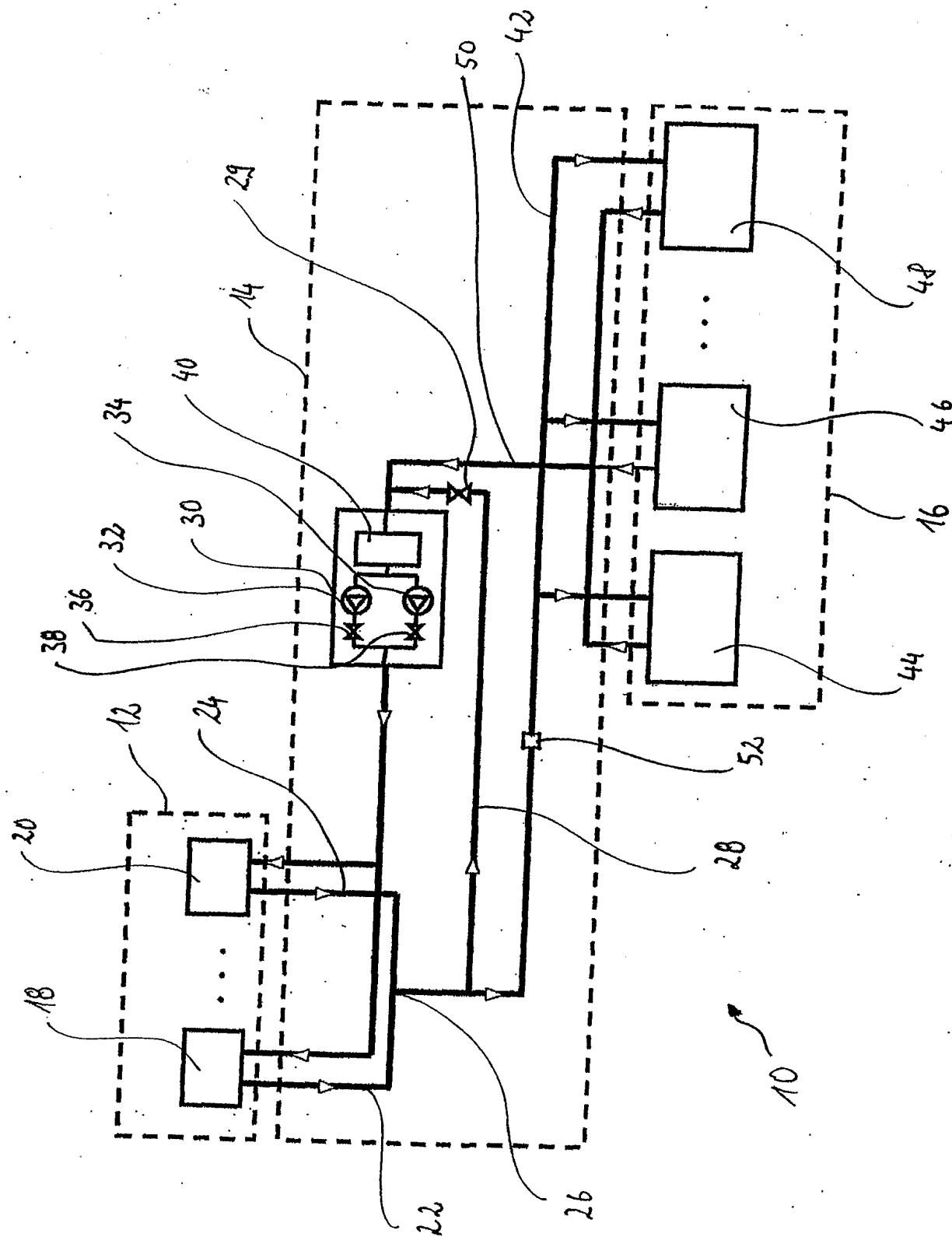
21. Kühlsystem (10) nach Anspruch 20,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit zur Steuerung der Kälteleistung die Drehzahl der wenigstens einen Kälteträgerpumpe (32, 34) in dem betreffenden Kühlkreislauf verändert.
22. Kühlsystem (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass jeder Kühlkreislauf (125, 127) unabhängig von wenigstens einem weiterem Kühlkreislauf (125, 127) mit elektrischer Energie versorgt wird.
23. Flugzeug ausgeführt mit einem Kühlsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche.

## Zusammenfassung

### Kühlsystem zum Kühlen von wärmeerzeugenden Einrichtungen in einem Flugzeug

Ein Kühlsystem (10) zum Kühlen von wärmeerzeugenden Einrichtungen (44, 46, 48) in einem Flugzeug ist mit einer zentralen Kälteerzeugungseinrichtung (12), wenigstens einem Kälteverbraucher (44, 46, 48) und einem die Kälteerzeugungseinrichtung (12) und den Kälteverbraucher (44, 46, 48) verbindenden Kältetransportsystem (14) ausgeführt. Bei diesem Kühlsystem ist vorgesehen, dass das Kältetransportsystem (14) wenigstens einen Kühlkreislauf aufweist, der ein von der Kälteerzeugungseinrichtung (12) gekühltes Kälteträgermedium zu dem wenigstens einen Kälteverbraucher (44, 46, 48) und von diesem zurück zu der Kälteerzeugungseinrichtung (12) fördert und dass der wenigstens eine Kälteverbraucher (44, 46, 48) über das in dem Kühlkreislauf zirkulierende Kälteträgermedium mit in der Kälteerzeugungseinrichtung (12) erzeugter Kälte versorgt wird.

(Fig. 1)



Figur 1

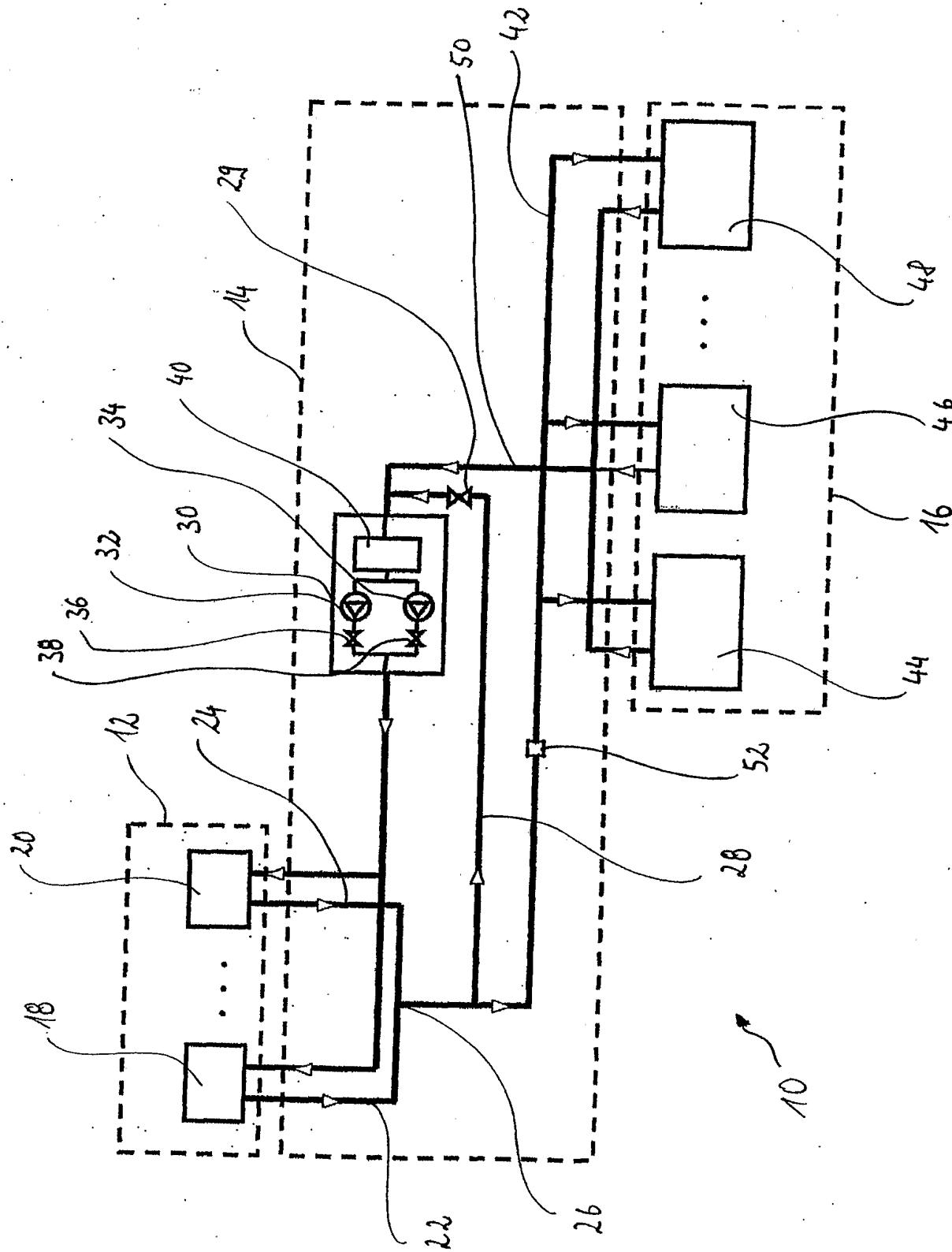


Figure 1

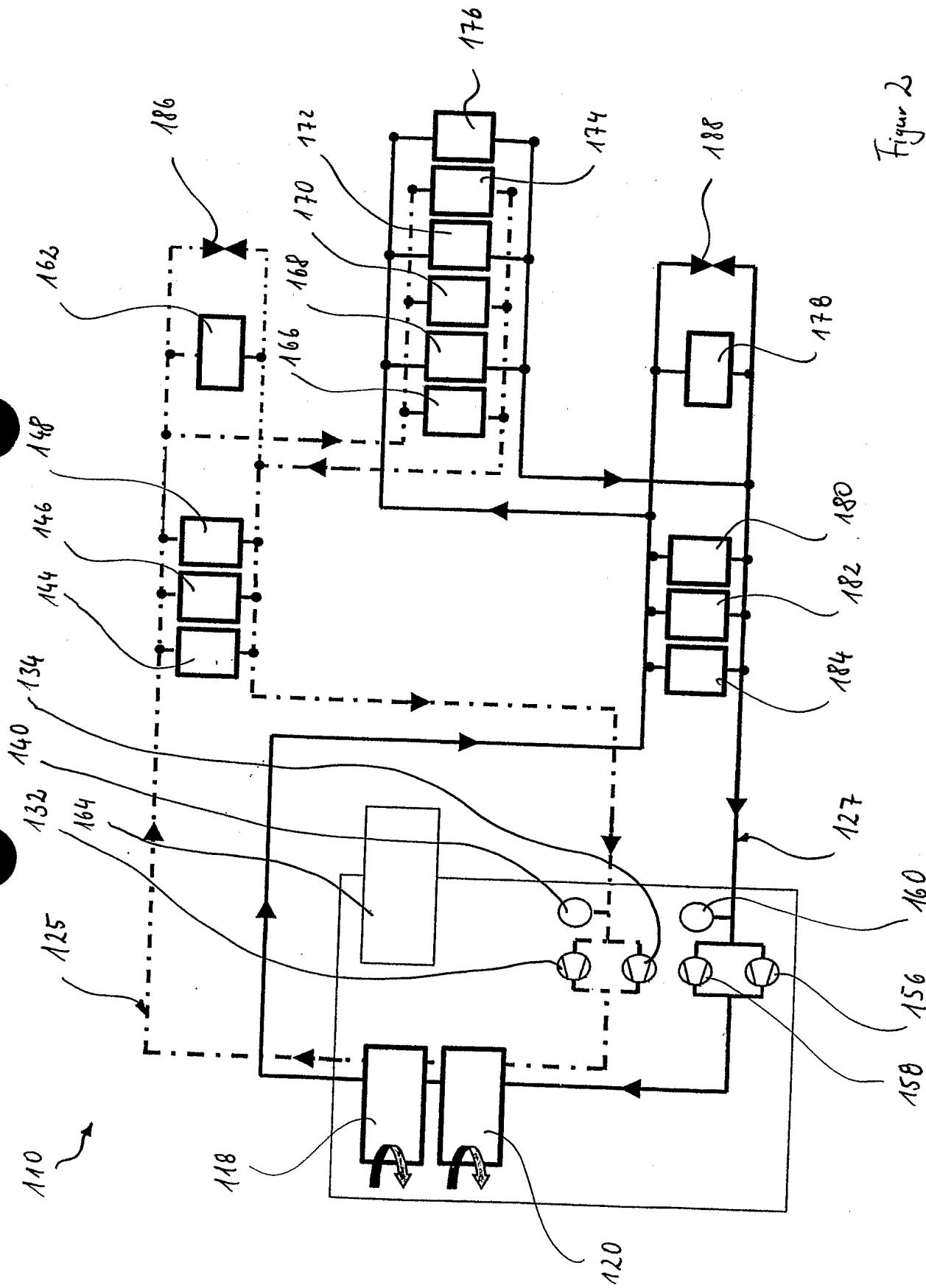


Figure 2